

(2)

(11) Publication number:

Japanese Unexamined Patent Application, First Publication No. 2002-150544

(54) Title:

MAGNETIC RECORDING MEDIUM

(72) Inventor:

MATSUYAMA HIDEO

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress the medium noise originated in a magnetic wall by making a magnetic wall not to be introduced into the soft magnetic layer in a magnetic layer in a magnetic recording medium and making the structure of a magnetic domain of a soft magnetic layer a stable single magnetic domain.

SOLUTION: In the magnetic recording medium, a magnetic pole is made not to be generated in the soft magnetic layer by making the film thickness t of the soft magnetic layer change in inverse proportion to the distance r from the center of a disk substrate, then the introduction of the magnetic wall is suppressed to the utmost. By changing the film thickness of the soft magnetic layer with $t=t_0/r$ as the function of the radius of the disk substrate, the generation of the magnetic pole in the film is prevented. By changing the saturated magnetization of the soft magnetic layer with $M=M_0/r$ as the function of the radius of the disk substrate, the generation of the magnetic pole in the soft magnetic layer is prevented while keeping the film thickness to be constant. Even when the film thickness of the magnetic layer is constant and the pole is generated therein, the increase of the magneto-static energy can be prevented by making codes of the magnetic pole on both surfaces of the disk substrate to be opposite each other.

BEST AVAILABLE COPY

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト* (参考)
G 1 1 B 5/738		C 1 1 B 5/738	5 D 0 0 6
	5/82		5 E 0 4 9
H 0 1 F 10/08		H 0 1 F 10/08	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-349311(P2000-349311)

(22) 出願日 平成12年11月10日 (2000. 11. 10)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 松山 秀生

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 二本 正昭

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 100075096

弁理士 作田 康夫

最終頁に続く

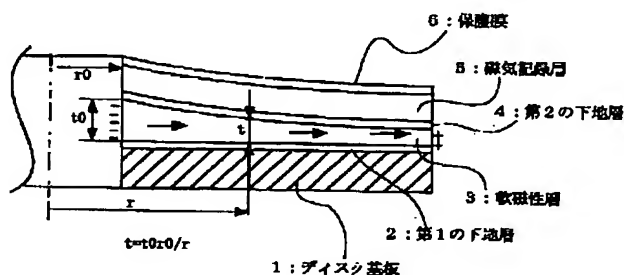
(54) 【発明の名称】 磁気記録媒体

(57) 【要約】

【課題】磁気記録媒体内の軟磁性層内に極力磁壁が導入されないようにし、軟磁性層の磁区構造を安定した単磁区構造とすることにより、磁壁由来の媒体ノイズを抑えることにある。

【解決手段】磁気記録媒体において、軟磁性層の膜厚 t をディスク基板の中心からの距離 r に反比例して変化させることで、軟磁性層内に磁極を生じないようにし、極力磁壁の導入を抑える。軟磁性層の膜厚をディスク基板の半径の関数として $t=t_0/r$ で変化させると膜内に磁極を生じないようにすることができる。軟磁性層の飽和磁化をディスク基板の半径の関数として、 $M=M_0/r$ で変化させると膜厚一定を維持しつつ軟磁性層に磁極を生じないようにすることができる。軟磁性層の膜厚が一定で、その内部に磁極が発生してもディスク基板両面の磁極の符号を反対符号とすることで静磁エネルギーの上昇を防ぐことができる。

図 2



【特許請求の範囲】

【請求項1】ディスク基板、第1の下地層、軟磁性層、第2の下地層、磁気記録層及び保護膜の順で積層された磁気記録媒体において、前記軟磁性層は膜厚の分布が前記ディスク基板の中心からの距離の関数として変化することを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項2】ディスク基板、第1の下地層、軟磁性層、第2の下地層、磁気記録層及び保護膜の順で積層された磁気記録媒体において、前記軟磁性層は飽和磁化の大きさが前記ディスク基板の中心からの距離の関数として変化することを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項3】ディスク基板、第1の下地層、軟磁性層、第2の下地層、磁気記録層及び保護膜の順で積層された磁気記録媒体において、前記軟磁性層は、前記ディスク基板の半径方向に磁気異方性を有し、前記ディスク基板の一方の面と他方の面とでそれぞれ逆方向の磁化方向を有することを特徴とする請求項1または2記載の磁気記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はハードディスク装置の磁気記録媒体に関するものであり、特に低媒体ノイズを実現する垂直磁気記録媒体を提供することにある。

【0002】

【従来の技術】現在、ハードディスク装置では面内磁気記録方式が主流であるが、今後、磁気記録密度がさらに上昇すると垂直磁気記録方式に以降することが予想されている。これは垂直磁気記録方式が面内磁気記録方式と比べて（1）高記録密度時の記録減磁が少なく、（2）1ビットに対応する記録媒体の体積が大きいので、熱減磁を抑えることができる、ことが理由になっている。通常、垂直磁気記録媒体は図1（a）に示すようにディスク基板1、第1の下地層2、軟磁性層3、第2の下地層4、磁気記録層5、保護膜6より成り立っている。ここで軟磁性層3は単磁極記録ヘッドからの磁場が磁気記録層5で広がらないようにするために使用されている。一方、軟磁性層3には容易に磁壁が入り込む性質があり、また磁壁は容易に軟磁性層3内を動くことができる。図1に示した従来の構造では、軟磁性層3の膜厚はディスク基板1全体で一定である。ここで、図1（b）のように軟磁性層3の磁化7がディスク基板1半径方向（外周方向）に向いている場合、軟磁性層3内に負の磁極8が生じる。半径 r_0 から r_1 （ディスクの半径）まで軟磁性層3が膜厚 t で成膜されているとすると、軟磁性膜端部 r_0 、 r_1 の位置で生じる磁極量は $-2\pi r_0 t M$ 、 $2\pi r_1 t M$ となり、その差 $2\pi (r_1 - r_0) t M$ を打ち消す $-2\pi (r_1 - r_0) t M$ が磁性層内で生じることになる。ここで、 t は軟磁性層3の膜厚、 M は飽和磁化である。半径 r の位置での磁極量は、仮想的に r から $r+dr$ まで軟磁性層3が消失した場合を考えると理解できる。このとき半径 r の端部での磁極

8の総量は $2\pi r t M$ であり、 $r+\Delta r$ の端部での磁極8の総量は $-2\pi (r+\Delta r) t M$ である。これより、 r から $r+\Delta r$ まで軟磁性層3内に誘起される磁極8の総量 $\Delta \rho$ は $-2\pi \Delta r t M$ と求められる。そこで、 Δr がゼロの極限を考えると、半径 r での磁極量の変化分は、

$$d\rho(r)/dr = -2\pi t M \quad (1)$$

となる。これより、軟磁性層3端部以外で生じる磁極8の総量は

$$\rho(r_1) - \rho(r_0) = 2\pi t M (r_0 - r_1)$$

と計算でき、端部の磁極量との和がゼロとなることが分かる。（1）式のように軟磁性層3内部、および端部に磁極8が生じると軟磁性層3の静磁エネルギーが増加するので、磁極8を減少させるように磁化分布が再配列し、還流磁区構造をとろうとする。その結果軟磁性層3に磁壁が生ずることになる。すなわち、図1（b）のような軟磁性層3の膜厚一定の場合、軟磁性層3に磁壁が入らないようにすることは難しく、例えば初期状態では磁壁がなくても記録ヘッドからの磁場、浮遊磁場、熱等の刺激により磁壁が入ることになる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明が解決しようとする課題は、磁気記録媒体内の軟磁性層内に極力磁壁が導入されないようにし、磁壁由来の媒体ノイズを抑えることである。

【0004】

【課題を解決するための手段】上記課題は、次の4つの手段によって解決することができる。

【0005】[手段1]軟磁性層3の膜厚を半径 r の関数として変化させることで膜内に磁極を生じないようにすることができる。（1）式の導出と同様に、仮想的に r と $r+\Delta r$ の間に生じる磁極を考える。その磁極の量は $2\pi r M t(r) - 2\pi (r+\Delta r) M t(r+\Delta r) = -2\pi M \Delta r \{t(r) + r dt(r)/dr\}$ となる。ここで、 $t(r)$ は r 位置での軟磁性層3の膜厚である。これがゼロとなるための条件は

$$dt(r)/dr = -t(r)/r \quad (2)$$

となり、

$$t = t_0 r_0 / r \quad (3)$$

と計算できる。ここで t_0 は r_0 での膜厚である。このとき磁壁は軟磁性層3端部のみで生じ、発生する磁極量は、それぞれ $-2\pi r_0 t_0 M$ 、 $2\pi r_1 t_1 M$ となる。（3）式から得られる $r_0 t_0 = r_1 t_1$ を使うと、磁極の総和はゼロとなることが分かる。磁極は軟磁性層3端部のみにしか現れないので、正負の磁極の距離を十分大きくとれば静磁エネルギーは小さくなり、軟磁性層3は単磁区のまま安定化することができる（図2参照）。

【0006】[手段2]手段1と同様に考えると、軟磁性層3の飽和磁化 M を半径 r の関数として、 $M = M_0/r$ で変化させると膜厚一定を維持しつつ軟磁性層3に磁極を生じないようにすることができる。図3に概念図を示す。図中の矢印の長さは軟磁性層3内の飽和磁化の大きさを表

している。

【0007】[手段3]軟磁性層の膜厚が一定で、その内部に磁極が発生してもディスク基板1両面の磁極の符号を反対符号とすることで静磁エネルギーの上昇を防ぐことができる。図4に示すようにディスク基板1両側に第1の下地層2、軟磁性層3、第2の下地層4、磁気記録層5、保護膜6が成膜されており、軟磁性層3の異方性を円周方向とする。このとき、上下の軟磁性層3の磁化方向を反平行にすると、軟磁性層3端部、内部に現れる磁極は反対符号となる。薄いディスク基板1を挟んで反対符号の磁極が相対するので、磁極由来の反磁場は主に上下の軟磁性層3間の方向に生じる。反磁場の方向と軟磁性層3内の磁化方向はほぼ垂直なので、このとき静磁エネルギーの上昇はほぼゼロとなり、静磁エネルギーの上昇を防ぐことができる。このため、磁化分布の再配置は起こらず軟磁性層3に磁壁が入らないことになる。さらに、軟磁性層端部に発生する磁束が容易に還流するように軟磁性膜を最外周部、あるいは最内周部、あるいはその両方に付加すると、エネルギー的に一層安定した構造となる。このとき付加する軟磁性膜は両軟磁性層に密着させて、両軟磁性層に磁極が発生しないようにする。

【0008】[手段4]さらに、手段1と手段3、あるいは手段2と手段3を併用すると軟磁性層の磁化配置が手段1、2、3よりさらに安定化し、いっそう軟磁性層に磁壁が入ることを防ぐことが可能となる。手段1のみでは軟磁性層端部には磁極が生じるため磁化方向と反対方向に反磁場が生じ、若干静磁エネルギーが上昇することになる。手段3を併用すると薄いディスク基板を挟んで反対符号の磁極が軟磁性層端部に同量現れる。この場合、磁場は両反対符号の磁極間に集中するので、静磁エネルギーを手段1よりさらに下げることができ、単磁区構造をさらに安定化する。上述の議論は手段2と3の場合でも同様である。

【0009】以上より、軟磁性層3が単磁区構造で安定化しているので、磁壁由来の媒体ノイズが生じないことになる。これまでの議論は第1の下地層、第2の下地層(図2参照)のどちらか、あるいは両方がない場合でも同様の議論が成り立つ。

【0010】また、本発明における磁気記録媒体は、軟磁性層の膜厚、あるいは飽和磁化の大きさをディスク基板中心からの距離に反比例する分布、あるいは基板中心からの距離に反比例する分布を近似した分布とするものである。

【0011】また、本発明における磁気記録媒体は、軟磁性層の膜厚分布に対応してディスク基板、あるいは第1の下地層の膜厚、あるいはその両方を变化させ、ディスク全体の膜厚分布を一様にするものである。

【0012】また、本発明における磁気記録媒体は、第1の下地層と軟磁性層の間に軟磁性層よりも保磁力の大きな下部強磁性層を挿入したものである。

【0013】また、本発明における磁気記録媒体は、第1の下地層と軟磁性層の間にすくなくとも1層以上の反強磁性層を挿入したものである。

【0014】また、本発明における磁気記録媒体は、第1の下地層と軟磁性層の間に磁性層と非磁性層を少なくとも2層以上を挿入したものである。

【0015】また、本発明における磁気記録媒体は、ディスク基板としてガラス、あるいはアルミニウム合金等を使用し、第1の下地層としてCr合金等、軟磁性層としてNiFe合金、Co合金、Fe合金等、第2の下地層としてTi合金、Cr合金、六方細密構造のc軸が膜面垂直に向いた合金等、磁気記録層としてCo合金等、保護膜としてC等を使用するものである。

【0016】

【発明の実施の形態】[実施例1]本発明の実施例を図5により説明する。図5は媒体の断面図であり、円板状(厚さ一定)のガラスディスク基板9、第1のCr合金下地層10、NiFe合金軟磁性層11、第2のTi合金下地層12(六方細密構造のc軸が膜面垂直に向いたものを使用する)、Co合金磁気記録層13、C保護層14より成り立っている。NiFe合金軟磁性層11の膜厚は(3)式に従い、ガラスディスク基板9中心からの距離に反比例して外周に行くほど薄くなる。例えば、2.5インチディスク基板を使用するとして、最外周の軟磁性層の厚さを $0.2\mu\text{m}$ とすると、ディスク基板中心から10mmの位置での膜厚は、 $0.2\mu\text{m} \times 2.5\text{インチ} \times 25.4\text{mm}/(2 \times 10\text{mm}) = 0.635\mu\text{m}$ となる。

【0017】ガラスディスク基板9内で膜厚を変えたNiFe合金軟磁性層11の成膜法を図6で説明する。NiFe合金軟磁性層11を成膜するとき、図6(a)、(b)に示すようなマスク15を使用することで所期の膜厚分布を得ることができる。マスク15の開口部のデザインは次のようにする。ガラスディスク基板1中心からの距離 r の位置での開口部の円周方向に沿った長さを d とすると、その位置での単位時間に堆積する膜厚は、 $t = \omega d / (2\pi r)$ となる。ここで ω は単位時間、単位面積当たりにガラスディスク基板1に飛び込むNiFe合金軟磁性層11を成膜するための成膜粒子16である。また、マスク15、あるいはガラスディスク基板9は単位時間内に少なくとも1回転以上回転させる。(4)式からマスク9を通して積層するNiFe合金軟磁性層11の膜厚は基板中心からの距離 r に反比例していることが分かる。これより、マスク開口部は幅一定とし、最内周、および最外周のみ円弧状にすると所期の膜厚分布が得られることが分かる。

【0018】成膜中はマスク15、あるいはガラスディスク基板9、あるいはその両方を回転させ、ガラスディスク基板9円周方向の膜厚むらがないようにする。また、成膜中ガラスディスク基板9の半径方向に磁場を印加してNiFe合金軟磁性層11に半径方向の異方性を付与

する。この後、通常の成膜プロセスにてNiFe合金軟磁性層11以降の膜を膜厚一定で成膜する。全ての膜を成膜した後、NiFe合金軟磁性層11の磁化6の方向をガラスディスク基板9両面で同方向、あるいは逆方向に向けるため、図7に示した1対のU字形の永久磁石、または電磁石（以後磁石17と書く）にて着磁処理をする。1対の磁石17は、磁場が発生する面を対向させてディスクを挟むように配置する。このとき、磁石17の先端が媒体に接触しないように注意し、また上下の磁石17と媒体間の距離を一致させる。両面のNiFe合金軟磁性層11の磁化6を同一方向に向ける場合は、1対の磁石17によって媒体に印加される磁場が同一方向となるようにし（図7（a）参照）、両面での軟磁性層の磁化6を逆向きにする場合は、磁石17からの磁場をお互い逆向きとする（図7（b）参照）。ここで磁化配置は上下の磁石17のポールピースを一致させないように図7（b）のようにずらす。ガラスディスク基板9上での磁石17の配置は図7（c）右側に示したように、ガラスディスク基板9の中心を通る線上には配置せず、左右どちらかに移動させる。磁石17からの磁場の大きさはNiFe合金軟磁性層11の磁化6を十分飽和させる大きさとし、ガラスディスク基板9を回転させながら着磁する。ガラスディスク基板9上のある1点Aに注目し、着磁時の磁化6の時間変化を見る。Aの磁化6は磁石17直上（あるいは直下）に位置したとき、磁石17の磁場によってその方向に強制的に向くことになる。その方向は図から分かるように接線方向から若干外周側に傾いた方向となる。ガラスディスク基板9の回転にしたがって、Aでの磁場は急激に減少するので、Aの磁化6は磁場の減少にしたがって容易軸方向に回転する。図の7（c）の場合、Aの磁化6は外周方向（容易軸方向）へ向くことになる。いま裏面のNiFe合金軟磁性層11の磁化6を表面の磁化6と逆方向へ着磁する場合を考える。裏面の磁石17の磁場は表面のそれと反対方向なので、最終的に磁化6は内周側を向き、ガラスディスク基板9両面でNiFe合金軟磁性層11の磁化6が反平行となる。ガラスディスク基板9が1回転以上回転した後、1対の磁石17をガラスディスク基板9から引き出す、あるいは1対の磁石17の間隔を広げるように基板から遠ざけることで着磁が完了する。着磁が完了するとNiFe合金軟磁性層11は単磁区状態となり、軟磁性層由来の媒体ノイズはほぼゼロの状態となる。

【0019】〔実施例2〕本発明の他の実施例を図8により説明する。この実施例は実施例1と同様であり、軟磁性層を成膜するときに使用するマスクの形状だけが異なる。軟磁性層の膜厚は（3）式で従う場合が理想であるが、近似式で代用しても同様の効果を期待できる。例えば、軟磁性層の断面形状を折れ線、ステップ関数で近似した場合を（a）、（b）に示す。

【0020】〔実施例3〕本実施例で最終的に得られる

ディスク媒体は実施例1と同じものであり、軟磁性層の作成法のみが異なる。本実施例ではディスク基板に第1の下地層を成膜した後、軟磁性層を最終的に得られる膜厚以上になるまで一様膜厚で成膜する。この後軟磁性層に所期の膜厚分布を持たせるために、スパッタ法等によって軟磁性層を薄膜化していく。実施例1と同様に膜厚に空間分布をもたせるため、マスクを使用する。マスクのデザインは実施例1から容易に類推できる。実施例1のマスク15では半径方向に幅一定の開口部としたが、ここでは図9に示すようにマスクするところを半径方向に幅一定とし、その他の部分を開口部とする。このとき（4）式のdがスパッタ後の膜厚を意味することになる。上記マスク15、あるいはディスク基板、あるいはその両方を共通の中心軸回りに回転しながらスパッタ法等で軟磁性層を薄膜化し、設定の膜厚に達したところでスパッタを中止する。スパッタされる軟磁性層はマスク15の開口部の面積に比例するので、スパッタされずに残った軟磁性層の膜厚は半径rに反比例、あるいはそれを近似した関数となり、実施例1で示した軟磁性層と同じ膜厚分布となる。さらに第2の下地層、磁気記録膜、保護膜を成膜し、着磁処理することによってディスク媒体が完成する。

【0021】〔実施例4〕実施例1から3までは軟磁性層の膜厚が一定ではないので厳密には平坦な媒体面ではない。特に（3）式の関数をステップ関数で近似した場合、微小な段差が媒体面に生じるので磁気ヘッドがクラッシュする可能性が高くなる。そこで、あらかじめディスク基板1、あるいは第1の下地層に軟磁性層の膜厚変化に対応してその厚さを半径rの関数として変化させておくと、最終的にでき上がったディスク基板1を含めた媒体の厚さは一定にすることができる（図10参照）。

【0022】〔実施例5〕本発明の実施例を図11により説明する。図11は媒体の断面図であり、円板状のガラスディスク基板9、第1のCr合金下地層10、組成分布を持ったNiFe合金軟磁性層18、第2のTi合金下地層12、Co合金磁気記録層13、C保護層14より成り立っている。NiFe合金軟磁性層18の飽和磁化の大きさは、ガラスディスク基板9中心からの距離の関数として（3）式、あるいは（3）式を近似したものに従う。飽和磁化の大きさに上記の分布を持たせるには、成膜装置としてスパッタ装置を使うものとして、成膜ターゲットの組成に分布を持たせることで可能となる。NiFe合金の場合、Feが多いほど飽和磁化は大きく、Niが多いほど飽和磁化は小さい。ターゲット組成を半径の関数として、中心付近では飽和磁化の大きな組成とし、ターゲット周辺付近で飽和磁化の小さな組成とする。このようなターゲット直下で成膜した場合、ディスク基板上の軟磁性層もディスク基板の半径の関数として分布を持つことになる。ただし、ターゲット組成の分布（飽和磁化の分布）がそのままディスク基板上の軟磁性層の飽和磁化分布に

一致しないので、成膜前に所期の分布が得られるようにターゲット組成をあらかじめ決める必要がある。また、実施例1と併用することで、軟磁性層の膜厚分布の内外周の差を少なくすることも可能となる。以上より、静磁エネルギー的に軟磁性層を安定化し、磁壁が侵入する確率を低減することで、軟磁性層由来の媒体ノイズを下げることができる。

【0023】[実施例6] 本発明の実施例を図12により説明する。図12(a)は媒体の断面図であり、円板状(厚さ一定)のガラスディスク基板9の両面に、第1のCr合金下地層10、NiFe合金軟磁性層11、第2のTi合金下地層12、Co合金磁気記録層13、C保護層14を成膜したものである。また、ガラスディスク基板9最外周部に図のように軟磁性材19を密着させて付加し、さらに軟磁性材19の保護のためC保護膜14を付けることによって、上下のNiFe合金軟磁性層11に磁極が発生することを抑え、磁束が還流するようにする。このとき、上下の軟磁性層11の磁化方向は反平行としておく。これにより、静磁エネルギー的に安定した状態を作り出すことができ、FeNi合金軟磁性層11に磁壁が侵入することを防ぐことができる。また、実施例1、2、3、4、5と本実施例を組み合わせることで、さらに媒体ノイズを下げる効果を得ることができる。

【0024】図12(b)は、(a)と同様であるが、軟磁性材19をガラスディスク基板9最内周部に付加した場合を図示したものである。得られる効果は図12(a)と同様であり、実施例1、2、3、4、5と併用することも可能である。図12(c)は、(a)、(b)を組み合わせたもので、さらに静磁エネルギー的に安定な磁化配置となっている。これも、実施例1、2、3、4、5と併用することが可能であり、媒体ノイズを下げるのが可能である。

【0025】[実施例7] 軟磁性層の磁化をディスク基板1の半径方向に揃え、安定化することは、交換相互作用を利用することによっても実現できる。本実施例は交換相互作用と上述の実施例1を組み合わせることでさらに磁化配置を安定化するものである。図13は媒体断面を表しており、ディスク基板1、第1の下地層2、Co合金等の保磁力の大きな下部強磁性層20、軟磁性層3、第2の下地層4、磁気記録層5、保護層6より成り立っている。軟磁性層3の膜厚はディスク基板1の半径に反比例しており、下部強磁性層20は軟磁性層3と比べて十分保磁力が大きなものとする。下部強磁性層20の磁化6はあらかじめ着磁処理を行うことで、磁化方向を半径方向に揃えておく。下部強磁性層20と軟磁性層3の間には交換結合が働くので、その結合力を強磁性的と仮定するなら下部強磁性層20と軟磁性層3の磁化6は平行になる。下部強磁性層20は保磁力が大きく、その磁化方向は安定している。また、通常交換結合力も大きいので、軟磁性層3の磁化6も半径方向を向いて安定化し、

磁場、熱等の擾乱が混入しても磁化6が反転することはない。この結果、軟磁性層3に磁壁が入ることはなく、軟磁性層由来の媒体ノイズを排除することができる。また、本実施例は交換相互作用と実施例2、3、4、5、6のどれか1つと、あるいは複数を組み合わせ使用することも可能であり、実施例1との組み合わせ同様に媒体ノイズを低減することが可能である。

【0026】[実施例8] 軟磁性層3の磁化6をディスク基板1の半径方向に揃え、安定化することは、異方性交換結合を利用することによっても実現できる。本実施例は、異方性交換結合と上述の実施例1を組み合わせることでさらに磁化配置を安定化するものである。図14は媒体断面を表しており、図13の下部強磁性層20の代わりにPtMn、PdMn、CrMn、FeMn、NiMn、AuMn、RhMn、NiO、CuO等の反強磁性層21を挿入した構成になっている。図13と同様に軟磁性層3の膜厚は半径に反比例している。挿入した反強磁性層21と軟磁性層3の間には磁場中熱処理を行うことによって、異方性交換結合が働くので、軟磁性層内の磁化6を半径方向に向けることが可能である。これによって、軟磁性層3の磁化6を安定化させることができ、軟磁性層由来の媒体ノイズを排除することができる。また、本実施例は異方性交換結合と実施例2、3、4、5、6のどれか1つと、あるいは複数を組み合わせ使用することも可能であり、実施例1との組み合わせ同様に媒体ノイズを低減することが可能である。

【0027】[実施例9] 軟磁性層3の磁化6をディスク基板1の半径方向に揃え、安定化することは、磁性相関結合を利用することによっても実現できる。本実施例は磁性相関結合と上述の実施例1を組み合わせることでさらに磁化配置を安定化するものである。図15は媒体断面を表しており、図13の下部強磁性層20の代わりにCo合金等の保磁力の大きな強磁性層A22、Cu等の非磁性層23、Co等の強磁性層B24を挿入した構成になっている。図13と同様に軟磁性層3の膜厚は半径に反比例している。挿入した強磁性層A22、B24間には磁性相関結合が働くため、その磁化は一義的に決まる。いま、強磁性層A22の磁化6を半径方向に着磁しておくと、強磁性層B24の磁化は反平行に固定される。ただし、磁性相関結合を反強磁性的と仮定した。強磁性層B24と軟磁性層3の間には交換結合が働き、軟磁性層3の磁化6の方向も一義的に決定される。このため、軟磁性層3の磁化6は図14で示したように半径方向に固定することができ、軟磁性層3内に磁壁が入ることを阻止できる。これより軟磁性層由来の媒体ノイズを排除することが可能となる。本実施例は磁性相関結合と実施例2、3、4、5、6のどれか1つと、あるいは複数を組み合わせ使用することも可能であり、実施例1との組み合わせ同様に媒体ノイズを低減することが可能である。

【0028】

【発明の効果】本発明によれば、1. 垂直磁気記録媒体のノイズを低減することができる。2. 軟磁性層の磁化を安定化しているため、外乱によって媒体ノイズが増加することが少ない。3. 磁気記録層とディスク基板との間に軟磁性層を挿入しているため、記録ヘッドからの磁場が効率よく軟磁性層に引き込まれる。このため、微小記録ビットを書き込むことに適している。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は媒体の断面図であり、(b)は媒体の断面構造と磁化、磁極分布を示す図である。

【図2】軟磁性層に膜厚分布をもたせた場合の媒体断面図。

【図3】軟磁性層内の飽和磁化に分布をもたせた場合の媒体断面図。

【図4】両面磁気記録媒体の断面図。

【図5】媒体の断面図。

【図6】(a)はマスクを利用した成膜方法であり、(b)はマスク図である。

【図7】(a)は磁石を利用した着磁法1であり、(b)は磁石を利用した着磁法2であり、(c)は着磁時の磁石の配置である。

【図8】(a)は媒体の断面図であり、(b)は媒体の断面図である。

【図9】マスク図。

【図10】媒体の断面図。

【図11】(a)は磁束を還流させる両面媒体断面図1であり、(b)磁束を還流させる両面媒体断面図2であり、(c)磁束を還流させる両面媒体断面図3である。

【図12】軟磁性層内の飽和磁化に分布をもたせた場合の媒体断面図。

【図13】交換相互作用を利用した媒体の断面図。

【図14】異方性交換結合を利用した媒体の断面図。

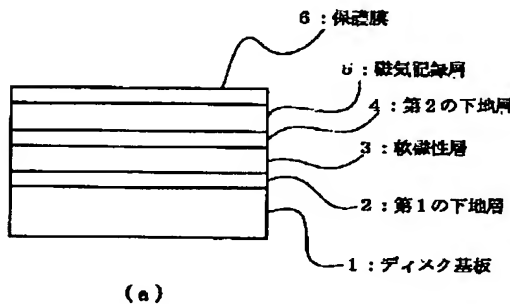
【図15】磁性相関交換結合を利用した媒体の断面図。

【符号の説明】

1：ディスク基板、2：第1の下地層、3：軟磁性膜、4：第2の下地層、5：磁気記録層、6：保護膜、7：磁化、8：磁極、9：ガラスディスク基板、10：第1のCr合金下地層、11：NiFe合金軟磁性層、12：第2のTi合金下地層、13：Co合金磁気記録層、14：C保護膜、15：マスク、16：成膜粒子、17：磁石、18：軟磁性材、19：下部強磁性層、20：反強磁性層、21：強磁性層A、22：非磁性層、23：強磁性層B。

【図1】

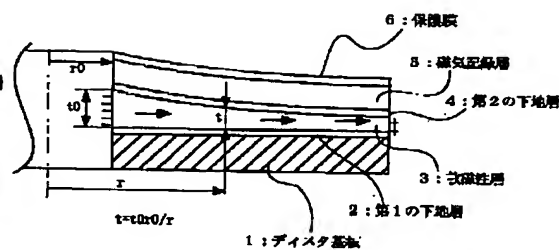
図1



(a)

【図2】

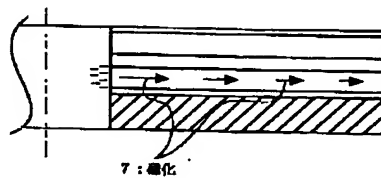
図2



1：ディスク基板

【図3】

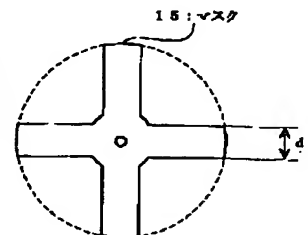
図3



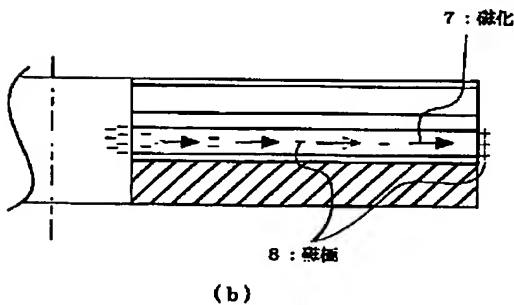
7：磁化

【図9】

図9

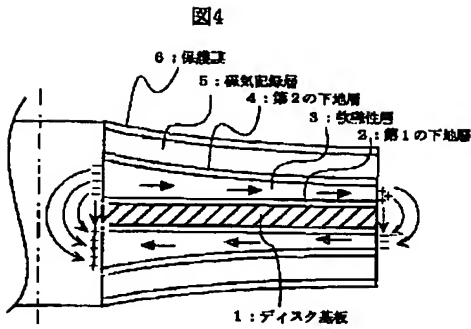


15：マスク

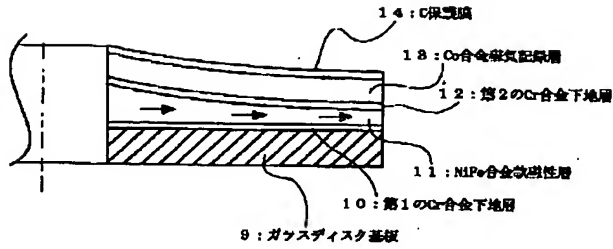


(b)

【図4】

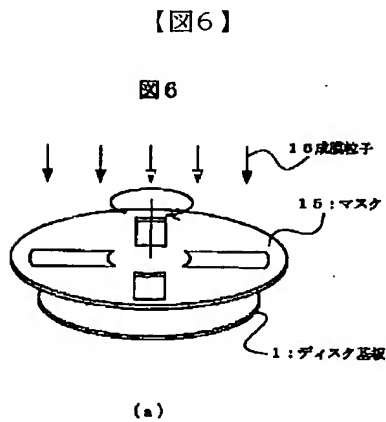


【図5】

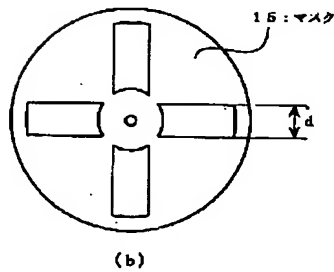
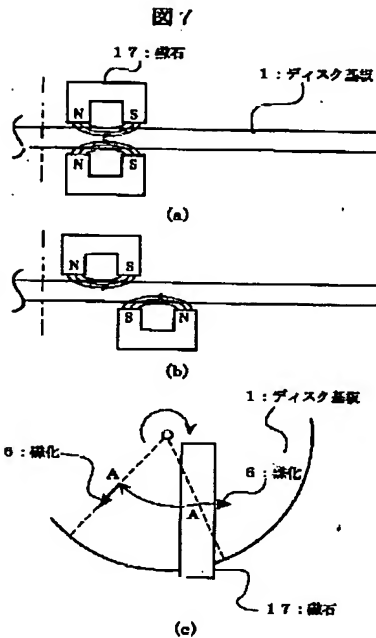


【図8】

図8



【図7】

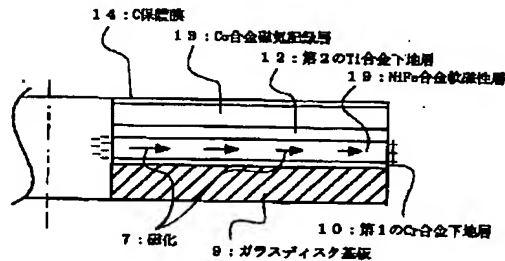
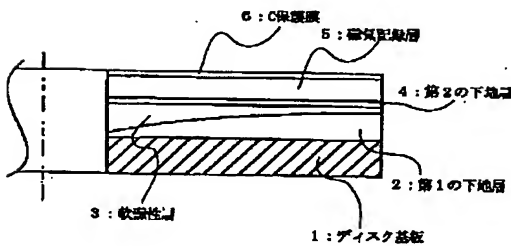


【図12】

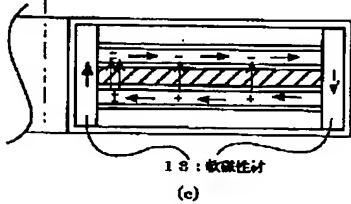
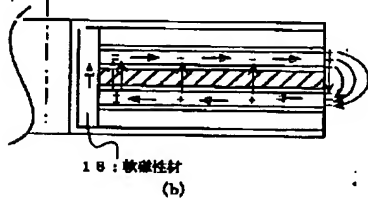
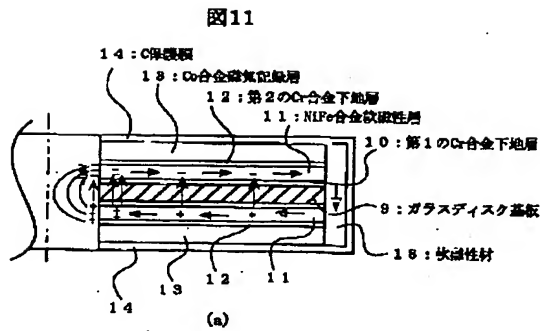
図12

【図10】

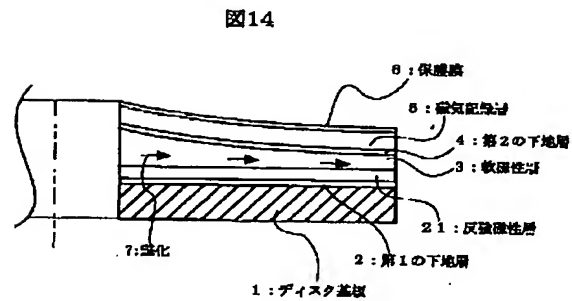
図10



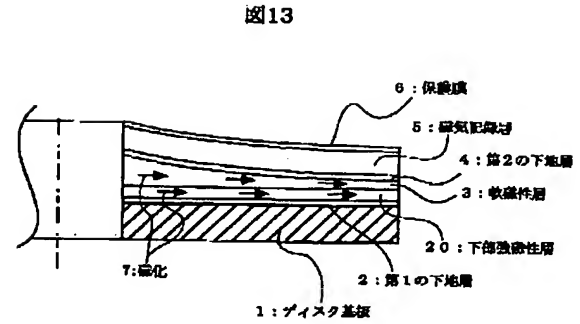
【図11】



【図14】

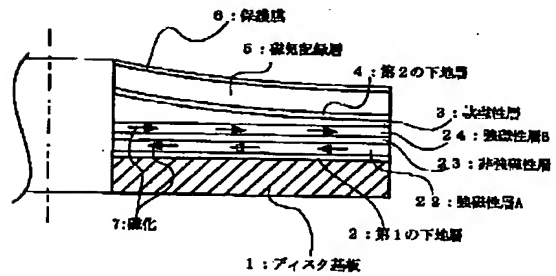


【図13】



【図15】

図15



フロントページの続き

(72)発明者 本多 幸雄
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

Fターム(参考) 5D006 CA03 CA05 DA03 FA09
5E049 AA10 AC05 BA08

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.